

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-305210

(43)Date of publication of application : 31.10.2001

(51)Int.Cl.

G01S 5/14

G01C 21/00

G08G 1/005

H040 7/34

(21)Application number : 2000-124935

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 25.04.2000

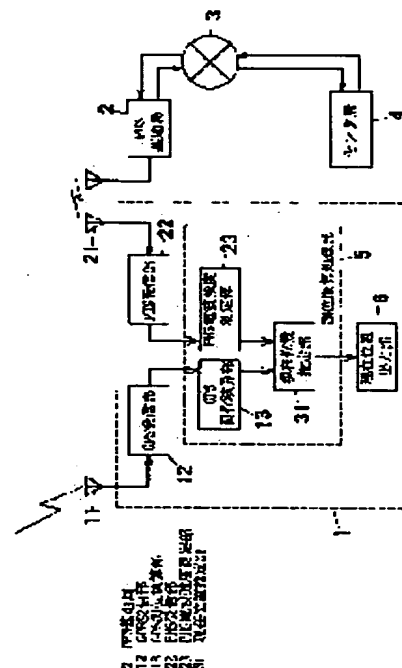
(72)Inventor : YAMADA WAKIO
SUZUKI JUNICHI
SUEFUJI TAKUYA
FUKUDA MASAHIRO
TSUJIMOTO IKUO
OKUNO KENJI
KAWAMOTO KAZUHIRO

(54) POSITION DETECTION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure a receiving position with a comparatively high accuracy by using both the GPS technique and the position detection technique of a PHS terminal in a PHS public network.

SOLUTION: A GPS receiving part 12 receives a GPS signal from a GPS satellite, and a PHS receiving part 22 can communicate with a PHS base station 2. A GPS position measurement calculation part 13 finds a first probability density function regarding the measurement position by the GPS signals from three or more GPS satellites received by the GPS receiving part 12. A PHS radio wave intensity measurement part 23 finds a second probability density function regarding the measurement position based on the position of the PHS base station 2 communicating with the PHS receiving part 22 and the receiving intensity. A present position estimating part 31 determines the measurement position by finding the position where the maximum likelihood value can be obtained from the first and second probability density functions.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開2001-305210

(P2001-305210A)

(43)公開日 平成13年10月31日(2001.10.31)

(51)Int.Cl.'	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 1 S 5/14		G 0 1 S 5/14	2 F 0 2 9
G 0 1 C 21/00		G 0 1 C 21/00	D 5 H 1 8 0
G 0 8 G 1/005		G 0 8 G 1/005	5 J 0 6 2
H 0 4 Q 7/34		H 0 4 B 7/26	1 0 6 A 5 K 0 6 7
			9 A 0 0 1
		審査請求 未請求 請求項の数 7	OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2000-124935(P2000-124935)

(22)出願日 平成12年4月25日(2000.4.25)

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 山田 和喜男

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 鈴木 淳一

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

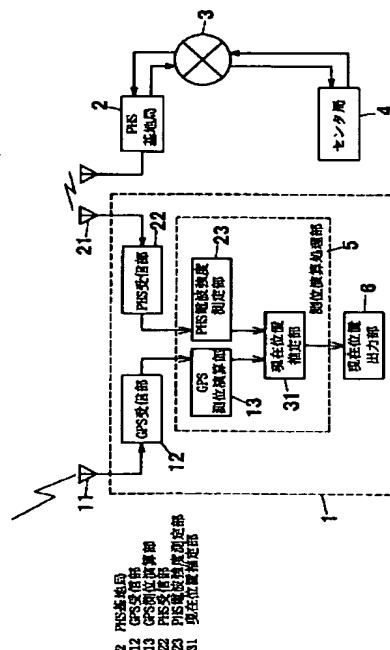
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置

(57) 【要約】

【課題】GPS技術とPHS公衆網におけるPHS端末の位置検出技術とを併用することにより比較的高い精度で受信位置を測位することを可能にする。

【解決手段】GPS受信部12はGPS衛星からのGPS信号を受信し、PHS受信部22はPHS基地局2との交信が可能になっている。GPS測位演算部13では、GPS受信部12で受信した3個以上のGPS衛星からのGPS信号により測位位置に関する第1の確率密度関数を求める。また、PHS電波強度測定部23では、PHS受信部22が交信しているPHS基地局2の位置と受信強度とに基づいて測位位置に関する第2の確率密度関数を求める。現在位置推定部31では、第1および第2の確率密度関数から最尤値が得られる位置を求めて測位位置とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 GPS 衛星からの GPS 信号を受信する GPS 受信部と、 PHS 基地局との交信が可能な PHS 受信部と、 GPS 受信部で受信した GPS 信号により求めた GPS 衛星までの疑似距離と PHS 受信部を通して求めた PHS 基地局の位置とから尤度が最大になる測位位置を求める測位演算処理部とを備えることを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】 前記測位演算処理部が、 GPS 受信部で受信した 3 個以上の GPS 衛星からの GPS 信号により測位位置に関する第 1 の確率密度関数を求める GPS 測位演算部と、 PHS 受信部が交信している PHS 基地局の位置と受信強度とに基づいて測位位置に関する第 2 の確率密度関数を求める PHS 電波強度測定部と、 第 1 および第 2 の確率密度関数から最尤値が得られる位置を求めて測位位置とする現在位置推定部とから成ることを特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置。

【請求項 3】 前記測位演算処理部が、 GPS 受信部で受信した複数の GPS 衛星からの GPS 信号により各 GPS 衛星までの疑似距離をそれぞれ求める疑似距離計測部と、 PHS 受信部が交信している PHS 基地局の位置と受信強度とに基づいて既知位置の PHS 基地局までの距離を求める PHS 電波強度測定部と、 測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとを未知数とし、 測位位置と各 GPS 衛星との疑似距離および PHS 基地局までの距離と、 推定される測位位置に対する各 GPS 衛星および PHS 基地局の方向余弦ベクトルとで得られる非線形連立方程式の最小 2 乗推定量として未知数である測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとを求める最小 2 乗収束演算測位位置計算部とから成ることを特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置。

【請求項 4】 疑似距離計測部で求めた各 GPS 衛星までの疑似距離に等しい重み係数を乗算する第 1 の重みづけ部と、 PHS 電波強度測定部で求めた PHS 基地局までの距離に重み係数を乗算する第 2 の重みづけ部を設け、 重みづけされた値を最小 2 乗収束演算測位位置計算部に与えることを特徴とする請求項 3 記載の位置検出装置。

【請求項 5】 疑似距離計測部で求めた各 GPS 衛星までの疑似距離にそれぞれ個別に重み係数を乗算する第 1 の重みづけ部と、 PHS 電波強度測定部で求めた PHS 基地局までの距離に重み係数を乗算する第 2 の重みづけ部を設け、 重みづけされた値を最小 2 乗収束演算測位位置計算部に与えることを特徴とする請求項 3 記載の位置検出装置。

【請求項 6】 前記測位演算処理部が、 GPS 受信部で受信した複数の GPS 衛星からの GPS 信号により各 GPS 衛星までの疑似距離をそれぞれ求める疑似距離計測部と、 PHS 受信部が交信している PHS 基地局の位置と受信強度とに基づいて既知位置の PHS 基地局まで

の距離を求める PHS 電波強度測定部と、 疑似距離計測部で求めた疑似距離および PHS 電波強度測定部で求めた PHS 基地局までの距離に GPS 信号を受信する GPS アンテナおよび PHS 基地局と交信する PHS アンテナを搭載した移動体の動特性を加味してカルマンフィルタにより測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとを求めるカルマンフィルタ測位位置計算部とから成ることを特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置。

【請求項 7】 前記カルマンフィルタ測位位置計算部で用いる測位位置の初期推定値を PHS 受信部が交信している PHS 基地局の位置とすることを特徴とする請求項 6 記載の位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、 GPS 衛星からの GPS 信号および PHS 公衆網を併用することによって受信位置を測位する位置検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、 地球を周回する複数の人工衛星から送信される衛星信号を受信することにより、 受信位置を測定する測位システムが普及してきている。 この種の測位システムとして GPS (Global Positioning System) が広く知られている。 GPS に用いる受信装置では、 図 8 に示すように、 GPS アンテナ 11 によって人工衛星 (以下、「GPS 衛星」という) からの GPS 信号を受信し、 GPS 受信部 12 において GPS 信号を捕捉するとともに、 航法データ (航法メッセージ) を復調することによって GPS 信号を送信した GPS 衛星を特定する。 受信装置では、 3 個以上 (一般には 4 個以上) の GPS 衛星からの GPS 信号を同時に受信し、 GPS 受信部 12 からの出力は測位演算処理部 13' に入力され、 測位演算処理部 13' では、 航法メッセージから求めた各 GPS 衛星の位置情報および時刻情報と、 各 GPS 衛星からの GPS 信号の送信時刻と受信時刻との時間差 (到達時間データ) と、 受信周波数とに基づいて各 GPS 衛星までの疑似距離およびドップラーシフトを算出し、 これらと受信装置内のクロック信号の誤差 (つまり、 各疑似距離に等しく含まれる誤差であるクロックバイアス) を含めて受信位置を 2 次元のまたは 3 次元に決定する。 こうして求めた測位位置は現在位置出力部 6 を通して出力される。

【0003】 ところで、 受信装置において GPS 信号を受信している GPS 衛星の幾何学的配置により測位誤差の大きさが変化することが知られている。 また、 GPS 信号には精度劣化信号が含まれているから、 GPS 信号のみで測位すれば 100m 程度の誤差が含まれることになる。 しかも、 GPS 技術によって受信位置を測位するには、 3 個以上の GPS 衛星からの GPS 信号を同時に受信する必要があるが、 市街地などではビルや高架によって GPS 信号が遮られ、 3 個以上の GPS 衛星からの

GPS信号を同時に受信するという条件が満たされない場合がある。

【0004】一方、PHS公衆網においてはPHS端末の位置を求める技術が用いられており、この技術においては位置を特定しようとするPHS端末と交信しているPHS基地局のID番号(CS-ID)をセンタ局に送信することによって、PHS基地局がPHS端末と交信可能な範囲程度の精度で位置情報を得ることが可能になっている。また、位置を特定しようとするPHS端末が複数のPHS基地局と交信可能である場合には、PHS

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したように、PHS端末の位置を求める技術は、PHS基地局の位置に対してPHS端末との交信が可能な範囲程度の精度しか得られないものであり、通常は100~500m程度の誤差を含むものである。また、GPSによる位置の測定精度は3個以上のGPS衛星からのGPS信号を同時に受信することができるときには100m前後の精度での測位が可能であるが、上述したように市街地では3個以上のGPS衛星からのGPS信号を同時に受信できない場合も多い。

【0006】本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、GPS技術とPHS公衆網におけるPHS端末の位置検出技術とを併用することにより比較的高い精度で受信位置を測位することを可能にした位置検出装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、GPS衛星からのGPS信号を受信するGPS受信部と、PHS基地局との交信が可能なPHS受信部と、GPS受信部で受信したGPS信号により求めたGPS衛星までの疑似距離とPHS受信部を通して求めたPHS基地局の位置とから尤度が最大になる測位位置を求める測位演算処理部とを備えるものである。この構成によれば、GPS衛星からのGPS信号から得られる位置情報だけではなくPHS基地局との交信により得られる位置情報も併せて用いるから、GPS信号のみで位置が検出できる場合には測位位置をより高い精度で求めることが可能になる。また、GPS信号のみでは位置が検出できない場合でもPHS基地局との交信によって得た位置情報を加味することで測位位置を求めることが可能になる場合がある。たとえば、市街地などで2個のGPS衛星からしかGPS信号が得られない場合であってもPHS基地局との交信が可能であれば、定点の位置情報を3個以上得

ることが可能になり、測位位置を2次的に特定できることになる。つまり、測位可能性を高めることができる。一方、PHS基地局の設置数が少ない郊外などでは、3個以上のGPS衛星からのGPS信号を受信できる可能性が高いから、GPS信号のみで測位が可能になる。このように、市街地と郊外とにかかわらず測位位置の特定が可能になる。

【0008】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記測位演算処理部が、GPS受信部で受信した3個以上のGPS衛星からのGPS信号により測位位置に関する第1の確率密度関数を求めるGPS測位演算部と、PHS受信部が交信しているPHS基地局の位置と受信強度とに基づいて測位位置に関する第2の確率密度関数を求めるPHS電波強度測定部と、第1および第2の確率密度関数から最尤値が得られる位置を求めて測位位置とする現在位置推定部とから成るものである。この構成によれば、GPS衛星からのGPS信号のみで測位位置を特定できる場合において、PHS基地局との交信で得られる位置情報を加味することで測位精度を高めることが可能になる。

【0009】請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記測位演算処理部が、GPS受信部で受信した複数のGPS衛星からのGPS信号により各GPS衛星までの疑似距離をそれぞれ求める疑似距離計測部と、PHS受信部が交信しているPHS基地局の位置と受信強度とに基づいて既知位置のPHS基地局までの距離を求めるPHS電波強度測定部と、測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとを未知数とし、測位位置と各GPS衛星との疑似距離およびPHS基地局までの距離と、推定される測位位置に対する各GPS衛星およびPHS基地局の方向余弦ベクトルとで得られる非線形連立方程式の最小2乗推定量として未知数である測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとを求める最小2乗収束演算測位位置計算部とから成るものである。この構成によれば、GPS衛星からのGPS信号のみでは測位位置を特定することができない場合でも、PHS基地局との交信により得られる位置情報を加えることで測位位置を特定することが可能になる。つまり、市街地などにおいて2個のGPS衛星からのGPS信号しか受信できないような場合でもPHS基地局との交信が可能であれば、測位位置を求めることが可能になる。

【0010】請求項4の発明は、請求項3の発明において、疑似距離計測部で求めた各GPS衛星までの疑似距離に等しい重み係数を乗算する第1の重みづけ部と、PHS電波強度測定部で求めたPHS基地局までの距離に重み係数を乗算する第2の重みづけ部を設け、重みづけされた値を最小2乗収束演算測位位置計算部に与えるものである。この構成によれば、GPS衛星からのGPS信号から得られる疑似距離とPHS基地局との交信によって得られるPHS基地局までの距離との精度の相違を

重みづけによって軽減することができ、より信頼性の高い測位が可能になる。

【0011】請求項5の発明は、請求項3の発明において、疑似距離計測部で求めた各GPS衛星までの疑似距離にそれぞれ個別に重み係数を乗算する第1の重みづけ部と、PHS電波強度測定部で求めたPHS基地局までの距離に重み係数を乗算する第2の重みづけ部を設け、重みづけされた値を最小2乗収束演算測位位置計算部に与えるものである。この構成によれば、GPS衛星からのGPS信号から得られる疑似距離とPHS基地局との交信によって得られるPHS基地局までの距離との精度の相違を重みづけによって軽減することができるのはもちろん、各GPS衛星ごとに異なる疑似距離の精度の相違についても重みづけによって軽減することができるから、より信頼性の高い測位が可能になる。

【0012】請求項6の発明は、請求項1の発明において、前記測位演算処理部が、GPS受信部で受信した複数のGPS衛星からのGPS信号により各GPS衛星までの疑似距離をそれぞれ求める疑似距離計測部と、PHS受信部が交信しているPHS基地局の位置と受信強度とに基づいて既知位置のPHS基地局までの距離を求めるPHS電波強度測定部と、疑似距離計測部で求めた疑似距離およびPHS電波強度測定部で求めたPHS基地局までの距離にGPS信号を受信するGPSアンテナおよびPHS基地局と交信するPHSアンテナを搭載した移動体の動特性を加味してカルマンフィルタにより測位位置の緯度および経度とクロックバイアスを求めるカルマンフィルタ測位位置計算部とから成るものである。この構成によれば、GPS衛星からのGPS信号のみで測位位置を特定できる場合において、PHS基地局との交信で得られる位置情報を加味することで測位精度を高めることが可能になる。しかも、移動体に搭載され測位位置が時々刻々変化する場合でも精度のよい測位が可能になる。

【0013】請求項7の発明は、請求項6の発明は、前記カルマンフィルタ測位位置計算部で用いる測位位置の初期推定値をPHS受信部が交信しているPHS基地局の位置とするものである。この構成によれば、初期推定値が大幅にずれることがなく、立ち上がりから短時間で精度のよい測位が可能になる。

【0014】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）本実施形態では、GPS技術のみでも受信位置の測位が可能な場合、つまり、3個以上（3次元的に測位する場合には4個以上）のGPS衛星からのGPS信号を同時に受信することができることを前提とし、PHS端末の位置を特定する技術を併用することによって測位精度を高める例を示す。

【0015】すなわち、GPS技術においては受信装置においてGPS信号を受信しているGPS衛星の幾何学

的配置により測位誤差の大きさが変化することが知られている。この種の測位誤差は受信装置からGPS衛星までの距離のばらつきが大きいほど大きくなり、水平面上では誤差の分布が楕円状をなすことが知られている。このことは、受信装置から見た各GPS衛星の方向を成分とする行列（観測行列という）の数学的性質から導き出され、誤差が分布する楕円を誤差楕円と呼んでいる（図2に誤差楕円E1を例示している）。すなわち、楕円の長径方向においては測位の誤差が大きく、楕円の短径方向においては誤差が小さいことになる。また、誤差楕円E1の中心をGPS信号により求めた位置P1とすることができる。

【0016】一方、PHS技術を用いた測位では、従来構成として説明したように、PHS基地局とPHS端末との交信範囲程度の精度での測位が可能であって、さらにPHS基地局からの電波の出力は既知であるから、PHS端末において受信する電波の電界強度を加味すれば、PHS端末が存在する範囲を狭めることが可能になる。ここでは、PHS基地局とPHS端末との交信範囲をPHS基地局を中心とする円で近似する。実際には建造物などの影響によって交信範囲は円形にはならないが、近似モデルとしては比較的よいモデルであると言える。つまり、PHS端末での受信強度（電波の電界強度）を加味すれば、PHS端末が存在すると推定される範囲は円環状の範囲になる。たとえば、図2においてPHS基地局の位置をP2とし、PHS端末との交信範囲をD2とすると、電界強度から求められるPHS端末の存在範囲をE2で表される円環状の範囲と推定することができる。

【0017】以上のことから、GPS信号を受信する受信装置とPHS端末とが同じ位置に存在し、かつ誤差楕円E1とPHS端末の存在範囲E2とが図2のように表されるとすれば、誤差楕円E1と存在範囲E2との重複する範囲内に求める位置が含まれている可能性が高いと言える。ここで、誤差楕円E1と存在範囲E2とには位置を変数とする確率密度関数を設定することが可能であるから、両者の重複する範囲において存在確率がもっとも高い位置を求めれば、よい精度で位置を求めることが可能になる。つまり、図3に示すように、GPS技術によって推定される受信装置の位置（つまり、測位位置）に対して受信装置が存在する確率に関する確率分布関数がPD1であり、PHS基地局の位置がP1であるときのPHS端末での受信強度から得られるPHS端末の位置に対してPHS端末が存在する確率に関する確率分布関数がPD2であるとする、両確率分布関数PD1、PD2から最尤値が得られる位置を求める位置P0とすることができるのである。

【0018】以下では、上述した原理を実現する装置について説明する。図1に示すように、本実施形態における位置検出装置1は、GPS受信装置とPHS端末との

機能を備えるものである。すなわち、位置検出装置1は、GPS信号を受信するGPSアンテナ11と、GPS信号から航法データを復調するとともに受信周波数を求めるGPS受信部12と、PHS基地局2からの電波を受信するためのPHSアンテナ21と、PHS基地局からの受信信号から位置データを復調するPHS受信部22とを備える。PHS受信部22はPHS基地局2との間で下り信号だけではなく上り信号も扱うことができるように構成されている。GPS受信部12の出力はGPS測位演算部13に入力されて受信位置が測位され、ただし、この受信位置は誤差楕円E1（つまり、確率密度関数PD1）として表される。

【0019】一方、PHS基地局2は公衆網3を介してセンタ局4と接続されている。PHS受信部22ではPHS基地局2と交信可能であるときに、そのPHS基地局2の識別番号（CS-ID）を知ることができる。また、センタ局4では各PHS基地局2のCS-IDと、その設置位置とをデータベースとして保有している。したがって、PHS受信部22はセンタ局4に接続し、PHS基地局2との交信によって知ったCS-IDをセンタ局4に送信することで、当該PHS基地局2の位置情報を公衆網3を通してセンタ局4から受け取る。PHS基地局2の位置情報は緯度と経度とを示すデータであって、PHS基地局2の位置情報がわかればPHS受信部22の受信位置を大略知ることができる。さらに、PHS受信部22ではPHS基地局2からの受信信号をPHS電波強度測定部23に入力し、PHS基地局2から受信した電波の電界強度をPHS電波強度測定部23によって測定する。ここで、各PHS基地局2からの電波の出力電力は既知であるから、3次元空間に放射された電波の距離に対する減衰特性に当てはめることによって、PHS電波強度測定部23で測定した電界強度をPHS基地局2からの距離に換算することができる。すなわち、上述した円環状の存在範囲E2（つまり、確率密度関数PD2）を求めることができる。ただし、市街地などでは建造物などによって電波が反射されるから、円環状の存在範囲E2を正確に設定することはできないが、簡易的にはPHS基地局2の位置を中心とし、受信電波の電界強度を距離に換算した円環状の存在範囲E2を設定することでPHS受信部22の存在する範囲を比較的よい精度で推定することが可能である。また、ここでは位置検出装置が地上に存在するものと仮定している。

【0020】上述したGPS測位演算部13とPHS電波強度測定部23とは現在位置推定部31とともに測位演算処理部5を構成しており、GPS測位演算部13とPHS電波強度測定部23とにおいてそれぞれ求めた確率密度関数PD1、PD2を現在位置推定部31に入力し、現在位置推定部31において2つの確率密度関数PD1、PD2から受信位置の存在確率の最尤値を求め、

最尤値が得られる位置を、現在位置出力部6を通して出力するのである。つまり、GPS技術から得られる誤差楕円E1の範囲のみに基づいて測位位置を求める場合や、PHS技術から得られる存在範囲E2のみに基づいて測位位置を求める場合に比較すると、高い信頼度で測位位置を求めることができる。

【0021】（第2の実施の形態）本実施形態は、測位に必要な個数のGPS衛星よりも少ない個数のGPS衛星からのGPS信号しか受信することができない場合において、PHS技術を併用することで測位を可能とするものである。たとえば、3次的に測位するには4個以上のGPS衛星からのGPS信号を同時に受信する必要があるが、3個以下のGPS衛星からのGPS信号しか受信することができなければ2次的にしか測位することはできない。また、2個以下のGPS衛星からのGPS信号しか受信できなければGPS技術を用いるだけでは、2次的にも測位することはできないことになる。

【0022】以下では2次的に測位しようとする場合について、2個のGPS衛星からのGPS信号しか受信できない場合を想定して説明する。図4に示すように、本実施形態では、第1の実施の形態におけるGPS測位演算部12に代えて疑似距離計測部14を設け、現在位置推定部31に代えて最小2乗収束演算測位位置計算部32を設けている。最小2乗収束演算測位位置計算部32での処理については後述する。

【0023】まず、GPS衛星からのGPS信号に基づく処理について説明する。GPS信号はGPSアンテナ11で受信されGPS受信部12に入力され、GPS受信部12で復調された航法メッセージなどが疑似距離計測部14に入力される。疑似距離計測部14では各GPS衛星までの疑似距離をそれぞれ求める。ただし求めた疑似距離はGPS受信部22のクロックバイアスを含んでいる。

【0024】一方、PHS受信部22では、第1の実施の形態と同様に、PHSアンテナ21で受信しているPHS基地局2からの電波に相当する受信信号をPHS電波強度測定部23に入力する。したがって、PHS電波強度測定部23では、受信信号の電界強度を距離に換算する。また、PHS受信部22ではセンタ局4に問い合わせることによってPHS基地局2の位置情報を求めることができる。

【0025】上述のようにして2個のGPS衛星までの疑似距離とPHS基地局までの距離（推定距離）とが求められ、測位位置の緯度Latおよび経度LonとGPS受信部22のクロックバイアスTとの3つの未知数に対して、数1に示す連立方程式を設定することができる。

【0026】

【数1】

$$\Delta r = H \cdot \Delta X$$

$$\Delta X = (H^T \cdot H)^{-1} \cdot H^T \cdot \Delta r$$

$$\Delta r = \begin{bmatrix} \Delta GPS_pr1 \\ \Delta GPS_pr2 \\ \Delta PHS_r \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} H11 & H12 & 1 \\ H21 & H22 & 1 \\ H31 & H32 & 0 \end{bmatrix}, \Delta X = \begin{bmatrix} \Delta Lat \\ \Delta Lon \\ \Delta T \end{bmatrix}$$

【0027】数1において、GPS_pr1およびGPS_pr2は疑似距離計測部14で求めた2個のGPS衛星までのそれぞれの疑似距離、PHS_rはPHS電波強度測定部23で求めたPHS基地局2までの推定距離である。また、H11、H12、H21、H22、H31、H32は、位置検出装1から各GPS衛星およびPHS基地局2との幾何学的関係によって決定される方位の方向余弦である。上述の演算は繰り返し行われており、方向余弦は推定される前回の受信位置と現在の衛星位置との間の距離との差から求められる。GPS技術においては方向余弦行列を求める技術は周知であり、PHS基地局2に関する方向余弦も同様にして求めることができる。また、数1におけるΔは前回の値との差分を意味する。

【0028】数1に示す連立方程式は非線形連立方程式であって解を一意には決定できないから、最小2乗収束演算を行うことによって（つまり、最小2乗推定量としてΔXを求めることによって）、未知数である測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとの最尤推定値を求める。この演算は最小2乗収束演算測位位置計算部32で行う。求めた測位位置は現在位置出力部6を通して出力される。他の構成および動作は第1の実施の形態と*

$$\Delta X = (H^T \cdot W \cdot H)^{-1} \cdot H^T \cdot W \cdot \Delta r$$

$$\Delta r = \begin{bmatrix} \Delta GPS_pr1 \\ \Delta GPS_pr2 \\ \Delta GPS_pr3 \\ \Delta PHS_r \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} H11 & H12 & 1 \\ H21 & H22 & 1 \\ H31 & H32 & 1 \\ H41 & H42 & 0 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} w_g & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_g & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_phs \end{bmatrix}, \Delta X = \begin{bmatrix} \Delta Lat \\ \Delta Lon \\ \Delta T \end{bmatrix}$$

【0032】ただし、数2において、w_gは各GPS衛星までの疑似距離の推定誤差分散の逆数であり、w_phsはPHS基地局2までの推定距離の推定誤差分散の逆数である。

【0033】すなわち、図5に示すように、測位演算処理部5では、第2の実施の形態と同様の疑似距離計測部14およびPHS電波強度測定部23を設けて、それぞれ各GPS衛星までの疑似距離とPHS基地局2までの推定距離を求める。こうして求めた疑似距離および推定距離に対して最小2乗収束演算を適用すれば、測位位置を最尤値として求めることができるのであるが、本実施形態では、疑似距離および推定距離から測位位置を直接

10*同様である。

【0029】（第3の実施の形態）本実施形態は、2次元的に測位する場合について第1の実施の形態と同様に3個のGPS衛星からのGPS信号を受信可能である場合について、第1の実施の形態よりもさらに高精度で測位位置を求めることができるようにした例を示す。本実施形態は、GPS技術を用いて得られる測位位置と、PHS技術を用いて得られる測位位置との信頼性の相違を考慮したものである。すなわち、第1の実施形態および第2の実施の形態でも説明したように、GPS技術とPHS技術とを併用して求める測位位置は最尤値として確率的に求めているから、信頼性の異なる値を同じ重みで組み合わせて用いると、測位位置の精度が低下する可能性がある。

【0030】そこで、本実施形態では、GPS技術により得られる情報と、PHS技術により得られる情報とに対して数2のような形でそれぞれ重みづけを行い、重みづけを行った値を用いて最尤値としての測位位置を求めるのである。

【0031】

【数2】

求めるのではなく、疑似距離と推定距離とにそれぞれ適宜の重み係数を乗算する重みづけ部15、25を設けておき、重みづけを行った後の値に最小2乗収束演算を施すようにしてある。したがって、本実施形態においては、重みづけ部15、25の出力に対して最小2乗収束演算を行って測位位置を求める最小2乗収束演算測位位置計算部33を設け、最小2乗収束演算測位位置計算部33で求めた測位位置は現在位置出力部6を通して出力される。他の構成および動作は第1の実施の形態と同様である。

【0034】（第4の実施の形態）第3の実施の形態では、各GPS衛星までの疑似距離に対して同じ重み係数

11

w_g を乗じているが、数3のように、各GPS衛星までの疑似距離に対してそれぞれ異なる重み係数w_g 1, w_g 2, w_g 3 を乗じるようにすれば、さらに高い精度で測位位置を求めることが可能になる。各GPS衛星について求める重み係数は、各GPS信号の受信強度に応じた信頼性に基づいて設定される。すなわち、*

$$\Delta X = (H^T \cdot W \cdot H)^{-1} \cdot H^T \cdot W \cdot \Delta r$$

$$\Delta r = \begin{bmatrix} \Delta GPS_pr1 \\ \Delta GPS_pr2 \\ \Delta GPS_pr3 \\ \Delta PHS_r \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} H11 & H12 & 1 \\ H21 & H22 & 1 \\ H31 & H32 & 1 \\ H41 & H42 & 0 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} w_g1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_g2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_g3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_phs \end{bmatrix}, \Delta X = \begin{bmatrix} \Delta Lat \\ \Delta Lon \\ \Delta T \end{bmatrix}$$

【0036】ただし、数3において、w_g 1, w_g 2, w_g 3 は各GPS衛星までのそれぞれの疑似距離の推定誤差分散の逆数であり、w_phs はPHS基地局2までの推定距離の推定誤差分散の逆数である。

【0037】本実施形態では、図5に示した第3の実施の形態の構成に対して重みづけ部15で各疑似距離ごとに設定した重み係数を乗じる点のみが相違し、他の構成および動作は第3の実施の形態と同様である。

【0038】(第5の実施の形態)本実施形態は、測位位置が時々刻々変化する場合、つまり移動体で測位するのに適した構成例を示す。ここでは、移動体の動特性を考慮し、第1の実施の形態における現在位置推定部31※

* 受信したGPS信号に含まれるC/N (キャリアノイズ比) が大きいほど誤差分散が小さいものとして各重み係数w_g 1, w_g 2, w_g 3 をそれぞれ設定する。

【0035】

【数3】

※に代えて図6のようにカルマンフィルタ測位位置計算部34を用いる。カルマンフィルタ測位位置計算部34は、カルマンフィルタを用いて測位位置を求めるものであって、数4に示す演算処理を行うように構成されている。また、移動体ダイナミクスパラメータ記憶部35を設けて移動体の動特性をカルマンフィルタに与えるように構成してある。ここで、観測値については第4の実施の形態と同様に、受信強度に応じた観測値の信頼性を考慮する。他の構成および動作は第1の実施の形態と同様である。

【0039】

【数4】

$$\begin{aligned} X_k^{(-)} &= \Phi \cdot X_{k-1} \\ P_k^{(-)} &= \Phi \cdot P_{k-1} \cdot \Phi^T + Q_{k-1} \\ K_k &= P_k^{(-)} \cdot H_k^T (H_k \cdot P_k^{(-)} \cdot H_k^T + R_k)^{-1} \\ Z_k &= r_k - f(X_k^{(-)}) \\ \Delta X_k &= K_k \cdot Z_k \\ X_k &= X_k^{(-)} + \Delta X_k \\ P_k &= P_k^{(-)} - (K_k \cdot H_k \cdot P_k^{(-)}) \end{aligned}$$

$X_k^{(-)}$: 時刻kにおける計測を実施する前の測位値ベクトル

Φ : 状態遷移行列

X_{k-1} : 時刻kにおける推定測位値ベクトル

$P_k^{(-)}$: 時刻kにおける計測を実施する前の推定誤差共分散行列

Q_{k-1} : 時刻k-1における状態外乱ノイズ行列

R_k : 時刻kにおける観測値誤差分散行列

H_k : 時刻kにおける観測行列

r_k : 時刻kにおける距離観測値ベクトル

$f(X_k^{(-)})$: 時刻kにおける推定測位値における距離観測値推定値

Z_k : 時刻kにおける残差ベクトル

【0040】(第6の実施の形態)本実施形態は、第5の実施の形態と同様にカルマンフィルタ測位位置計算部34を備えるものである。ただし、図7のように、PHS受信部22から出力されるPHS基地局2の位置情報

をカルマンフィルタの初期推定値として与えるために初期推定値入力部36を設けている。

【0041】一般に、GPS衛星からのGPS信号に基づいて求めた疑似距離を用いて測位する場合に、カルマ

ンフィルタの初期推定値を真の位置とは大きく異なる位置に設定していると、GPS衛星が大きな誤差を発生するような位置関係であるような条件下では、正規分布する定常的なノイズとは異なった突発的な計測ノイズによって真の位置とは大きく離れた位置に測位してしまうという現象がまれに発生し、誤差劣化の一因となることがある。

【0042】本実施形態では、カルマンフィルタ測位位置計算部34における測位位置の初期推定値としてPHS基地局2の位置を用いることによって、カルマンフィルタ測位位置計算部34で求めた測位位置（測位解）が、初期推定値として入力したPHS基地局2の位置から大きく離れ、明らかに受信エリア外と考えられるような測位解が得られたときに、異常であると判断することができ、異常データを排除することが可能になる。他の構成および動作は第5の実施の形態と同様である。

【0043】なお、上述した各実施形態においてはPHS受信部22において1つのPHS基地局2から得られる位置情報のみを用いる例を示したが、複数のPHS基地局2と交信が可能であれば、それらを併せて用いればよく、同じ処理手順でより精度よく測位位置を特定することが可能になる。

【0044】

【発明の効果】請求項1の発明は、GPS衛星からのGPS信号を受信するGPS受信部と、PHS基地局との交信が可能なPHS受信部と、GPS受信部で受信したGPS信号により求めたGPS衛星までの疑似距離とPHS受信部を通して求めたPHS基地局の位置とから尤度が最大になる測位位置を求める測位演算処理部とを備えるものであり、GPS衛星からのGPS信号から得られる位置情報だけではなくPHS基地局との交信により得られる位置情報も併せて用いるから、GPS信号のみで位置が検出できる場合には測位位置をより高い精度で求めることが可能になる。また、GPS信号のみでは位置が検出できない場合でもPHS基地局との交信によって得た位置情報を加味することで測位位置を求めることが可能になる場合がある。たとえば、市街地などで2個のGPS衛星からしかGPS信号が得られない場合であってもPHS基地局との交信が可能であれば、定点の位置情報を3個以上得ることが可能になり、測位位置を2次元的に特定できることになる。つまり、測位可能性を高めることができる。一方、PHS基地局の設置数が少ない郊外などでは、3個以上のGPS衛星からのGPS信号を受信できる可能性が高いから、GPS信号のみで測位が可能になる。このように、市街地と郊外とにかかわらず測位位置の特定が可能になる。

【0045】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記測位演算処理部が、GPS受信部で受信した3個以上のGPS衛星からのGPS信号により測位位置に関する第1の確率密度関数を求めるGPS測位演算部

と、PHS受信部が交信しているPHS基地局の位置と受信強度とに基づいて測位位置に関する第2の確率密度関数を求めるPHS電波強度測定部と、第1および第2の確率密度関数から最尤値が得られる位置を求めて測位位置とする現在位置推定部とから成るものであり、GPS衛星からのGPS信号のみで測位位置を特定できる場合において、PHS基地局との交信で得られる位置情報を加味することで測位精度を高めることが可能になる。

【0046】請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記測位演算処理部が、GPS受信部で受信した複数のGPS衛星からのGPS信号により各GPS衛星までの疑似距離をそれぞれ求める疑似距離計測部と、PHS受信部が交信しているPHS基地局の位置と受信強度とに基づいて既知位置のPHS基地局までの距離を求めるPHS電波強度測定部と、測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとを未知数とし、測位位置と各GPS衛星との疑似距離およびPHS基地局までの距離と、推定される測位位置に対する各GPS衛星およびPHS基地局の方向余弦ベクトルとで得られる非線形連立方程式の最小2乗推定量として未知数である測位位置の緯度および経度とクロックバイアスとを求める最小2乗収束演算測位位置計算部とから成るものであり、GPS衛星からのGPS信号のみでは測位位置を特定することができない場合でも、PHS基地局との交信により得られる位置情報を加えることで測位位置を特定することが可能になる。つまり、市街地などにおいて2個のGPS衛星からのGPS信号しか受信できないような場合でもPHS基地局との交信が可能であれば、測位位置を求めることが可能になる。

【0047】請求項4の発明は、請求項3の発明において、疑似距離計測部で求めた各GPS衛星までの疑似距離に等しい重み係数を乗算する第1の重みづけ部と、PHS電波強度測定部で求めたPHS基地局までの距離に重み係数を乗算する第2の重みづけ部を設け、重みづけされた値を最小2乗収束演算測位位置計算部に与えるものであり、GPS衛星からのGPS信号から得られる疑似距離とPHS基地局との交信によって得られるPHS基地局までの距離との精度の相違を重みづけによって軽減することができ、より信頼性の高い測位が可能になる。

【0048】請求項5の発明は、請求項3の発明において、疑似距離計測部で求めた各GPS衛星までの疑似距離にそれぞれ個別に重み係数を乗算する第1の重みづけ部と、PHS電波強度測定部で求めたPHS基地局までの距離に重み係数を乗算する第2の重みづけ部を設け、重みづけされた値を最小2乗収束演算測位位置計算部に与えるものであり、GPS衛星からのGPS信号から得られる疑似距離とPHS基地局との交信によって得られるPHS基地局までの距離との精度の相違を重みづけによって軽減することができるのはもちろん、各GPS衛

星ごとに異なる疑似距離の精度の相違についても重みづけによって軽減することができるから、より信頼性の高い測位が可能になる。

【0049】請求項6の発明は、請求項1の発明において、前記測位演算処理部が、GPS受信部で受信した複数のGPS衛星からのGPS信号により各GPS衛星までの疑似距離をそれぞれ求める疑似距離計測部と、PHS受信部が受信しているPHS基地局の位置と受信強度とに基づいて既知位置のPHS基地局までの距離を求めるPHS電波強度測定部と、疑似距離計測部で求めた疑似距離およびPHS電波強度測定部で求めたPHS基地局までの距離にGPS信号を受信するGPSアンテナおよびPHS基地局と交信するPHSアンテナを搭載した移動体の動特性を加味してカルマンフィルタにより測位位置の緯度および経度とクロックバイアスを求めるカルマンフィルタ測位位置計算部とから成るものであり、GPS衛星からのGPS信号のみで測位位置を特定できる場合において、PHS基地局との交信で得られる位置情報を加味することで測位精度を高めることが可能になる。しかも、移動体に搭載され測位位置が時々刻々変化する場合でも精度のよい測位が可能になる。

【0050】請求項7の発明は、請求項6の発明は、前記カルマンフィルタ測位位置計算部で用いる測位位置の初期推定値をPHS受信部が受信しているPHS基地局の位置とするものであり、初期推定値が大幅にずれることがなく、立ち上がりから短時間で精度のよい測位が可能になる。

【図面の簡単な説明】

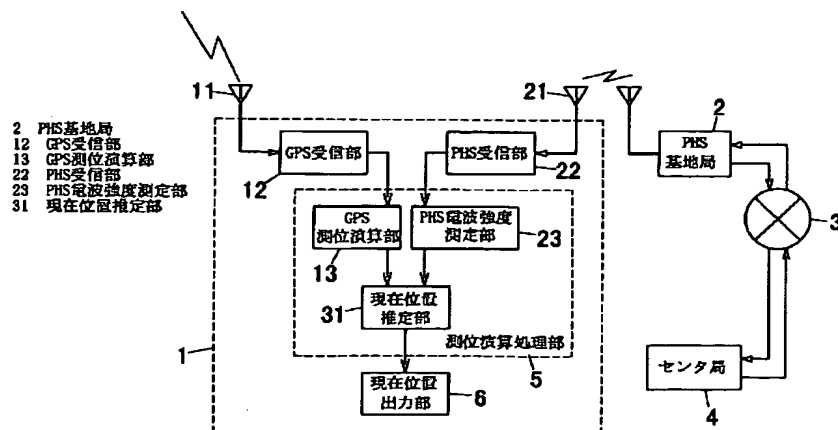
【図1】本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】同上の原理説明図である。

【図3】同上の動作説明図である。

*

【図1】



*【図4】本発明の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態を示すブロック図である。

【図6】本発明の第5の実施の形態を示すブロック図である。

【図7】本発明の第6の実施の形態を示すブロック図である。

【図8】従来例を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 位置検出装置

2 PHS基地局

3 公衆網

4 センタ局

5 測位演算処理部

6 現在位置出力部

11 GPSアンテナ

12 GPS受信部

13 GPS測位演算部

14 疑似距離計測部

15 重みづけ部

21 PHSアンテナ

22 PHS受信部

23 PHS電波強度測定部

25 重みづけ部

31 現在位置推定部

32 最小2乗収束演算測位位置計算部

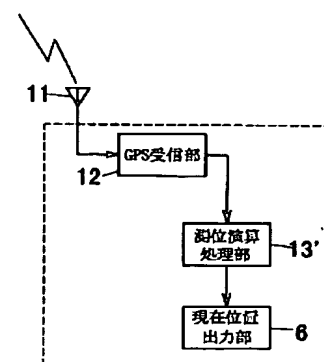
33 最小2乗収束演算測位位置計算部

34 カルマンフィルタ測位位置計算部

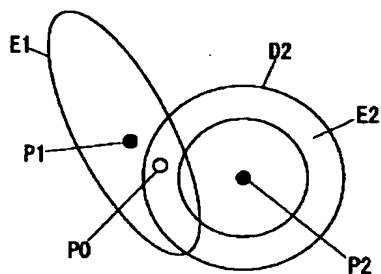
35 移動体ダイナミクスパラメータ記憶部

36 初期推定値入力部

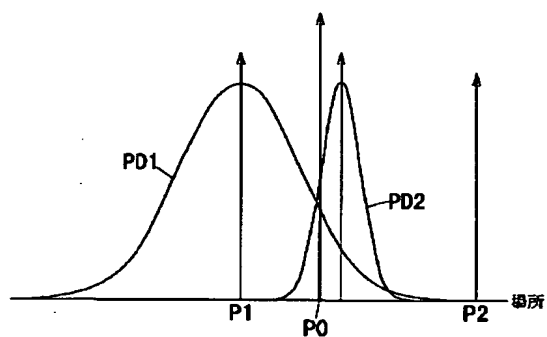
【図8】



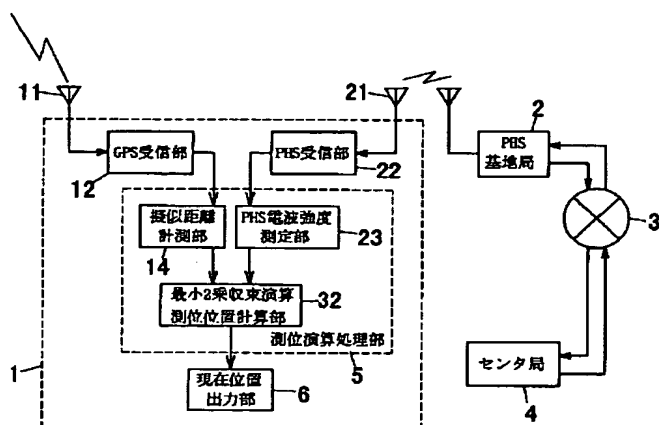
【図2】



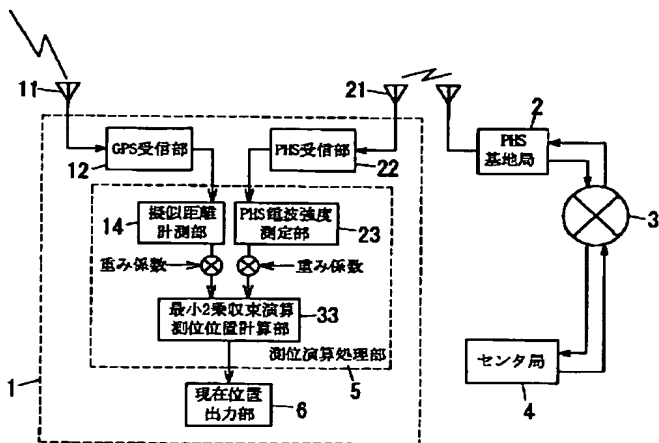
【図3】



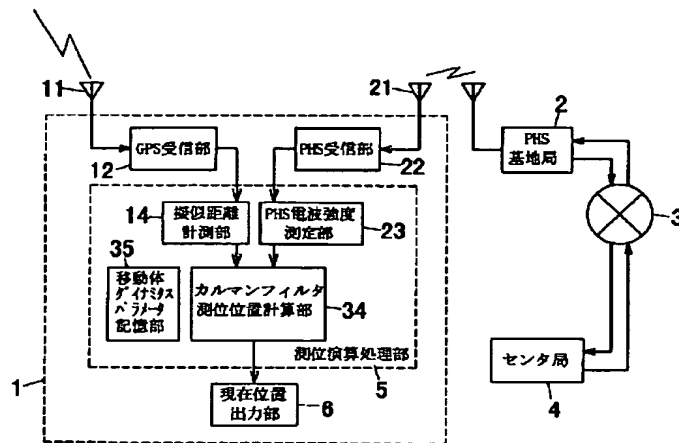
【図4】



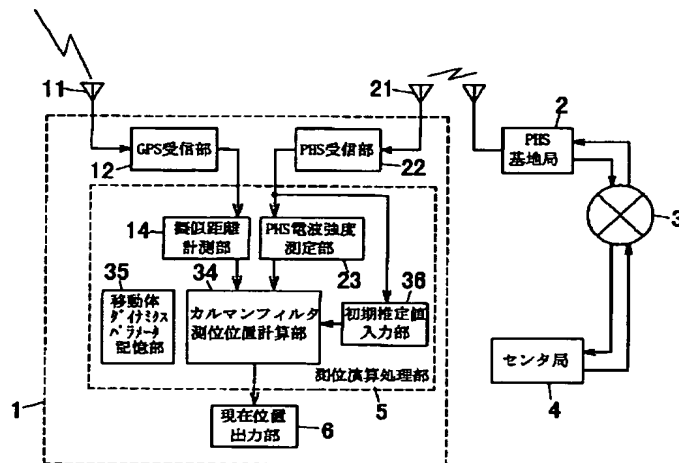
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 末藤 卓也
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 福田 正仁
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 辻本 郁夫
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 奥野 健治
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 川本 和宏
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

F ターム(参考) 2F029 AA07 AB07 AC02 AC13 AD03
5H180 AA21 BB05 FF05 FF07 FF27
5J062 AA06 BB01 BB05 CC07 CC18
DD21 FF01
5K067 AA14 AA33 BB04 BB36 DD19
DD43 DD44 DD57 EE02 EE10
EE16 EE23 FF03 FF16 HH07
JJ52 JJ54 JJ56 JJ64 KK01
9A001 CC05 JJ78